

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the ~~enclosed~~ is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:



2001年 8月17日

出願番号

Application Number:

特願2001-248125

出願人

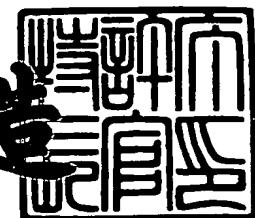
Applicant(s):

株式会社荏原製作所
株式会社東芝

2001年 8月31日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3079652

【書類名】 特許願
【整理番号】 EB2574P
【提出日】 平成13年 8月17日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 C23C 18/00
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 菖原製作
所内
【氏名】 三島 浩二
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 菖原製作
所内
【氏名】 井上 裕章
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 菖原製作
所内
【氏名】 牧野 夏木
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 菖原製作
所内
【氏名】 国沢 淳次
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県藤沢市善行坂1-1-6 菖原ユージライト株
式会社内
【氏名】 中村 憲二
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝
横浜事業所内
【氏名】 松田 哲朗

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 金子 尚史

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 森田 敏行

【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社 荘原製作所

【代表者】 依田 正稔

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代表者】 岡村 正

【代理人】

【識別番号】 100091498

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 勇

【選任した代理人】

【識別番号】 100092406

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀田 信太郎

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-285740

【出願日】 平成12年 9月20日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 026996

特2001-248125

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9112447

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板の電解めっき方法および電解めっき装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と該基板に対して略平行に近接配置されたアノードで構成されるめっき空間に金属イオンおよび添加剤を含有するめっき液を満たし、めっき処理中における前記めっき空間内のめっき液添加剤濃度を変化させることを特徴とする基板の電解めっき方法。

【請求項2】 前記めっき空間へのめっき液の供給を断続的に行うこと、前記めっき液添加剤濃度を調整することを特徴とする請求項1記載の基板の電解めっき方法。

【請求項3】 前記めっき空間への添加剤の補給または添加剤の除去により、前記めっき液添加剤濃度を調整することを特徴とする請求項1記載の基板の電解めっき方法。

【請求項4】 カソードから給電可能な基板保持部と、
基板に略平行に配置されたアノードと、
基板とアノードで構成されるめっき空間に回分的または間欠的にめっき液を導入する手段を備えたことを特徴とする基板の電解めっき装置。

【請求項5】 前記めっき空間へ前記めっき液とは異なる添加剤濃度に調整した液を導入する手段を備えたことを特徴とする請求項4記載の基板の電解めっき装置。

【請求項6】 前記めっき空間内にめっき液含浸材を配置したことを特徴とする請求項4または5記載の基板の電解めっき装置。

【請求項7】 前記めっき空間内のめっき液温度を調整する手段を備えたことを特徴とする請求項4乃至6のいずれかに記載の基板の電解めっき装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板の電解めっき方法及び電解めっき装置に係り、特に半導体基板に形成された微細配線パターン（窪み）に銅（Cu）等の金属を充填する等の用

途の基板の電解めっき方法及び電解めっき装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体基板上に配線回路を形成するための材料としては、アルミニウムまたはアルミニウム合金が一般に用いられているが、集積度の向上に伴い、より伝導率の高い材料を配線材料に採用することが要求されている。このため、基板にめっき処理を施して、基板に形成された配線パターンに銅またはその合金を充填する方法が提案されている。

【0003】

これは、配線パターンに銅またはその合金を充填する方法としては、CVD（化学的蒸着）やスパッタリング等各種の方法が知られているが、金属層の材質が銅またはその合金である場合、即ち、銅配線を形成する場合には、CVDではコストが高く、またスパッタリングでは高アスペクト（パターンの深さの比が幅に比べて大きい）の場合に埋込みが不可能である等の短所を有しており、めっきによる方法が最も有効だからである。

【0004】

半導体基板上に銅めっきを施す方法としては、カップ式やディップ式のようにめっき槽に常時めっき液を張ってそこに基板を浸す方法と、めっき槽に基板が供給された時にのみめっき液を張る方法、また、電位差をかけていわゆる電解めっきを行う方法と、電位差をかけない無電解めっきを行う方法など、種々の方法がある。

【0005】

ここで、めっき液として硫酸銅めっき液を使用した電解銅めっきで微細配線パターンに銅の埋め込みを行うためには、均一電着性及びレベルング性の高いめっきプロセスを実現する必要があり、そのため、めっき液に添加剤と呼ばれる化合物を加えることが一般に行われている。

この添加剤としては、

① めっき面の随所に結晶核を生成させて析出粒子の微細化を促進するキャリアと呼ばれる硫黄化合物、

- ② 銅析出の過電圧を高めて均一電着性を向上させるポリマ、
- ③ めっきが成長しやすい凸部に吸着し過電圧を増加させて凸部の析出を遅らせることにより平坦なめっきを可能とするレベラと呼ばれる窒素化合物、が一般に使用されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、添加剤を調整して均一電着性とレベリング性を高めためっき液を使用した電解銅めっきで微細配線パターン内への銅の埋込みを行うと、基板上の配線部の膜厚が非配線部の膜厚に比べて厚くなる現象が生じる。このように、膜厚にばらつきが生じると、配線部の銅の埋込み自体においては問題とはならないが、めっきの後段プロセスであるCMP（化学機械研磨）工程における平坦化が極めて困難になってしまう。

【0007】

本発明は上記に鑑みて為されたもので、均一電着性及びレベリング性が高いめっき液を使用して微細配線パターン内への銅の埋込みを達成でき、しかも配線部と非配線部でめっき膜厚がほぼ等しくなって、CMPが容易な基板のめっき方法及びめっき装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、基板と該基板に対して略平行に近接配置されたアノードで構成されるめっき空間に金属イオンおよび添加剤を含有するめっき液を満たし、めっき処理中における前記めっき空間内のめっき液添加剤濃度を変化させることを特徴とする基板の電解めっき方法である。

【0009】

基板のめっきを行う過程で、基板とアノードで構成されるめっき空間のめっき液に含有される添加剤濃度は、析出する金属膜内への添加剤の取り込み、アノードにおける酸化分解などにより、めっき進行に伴って徐々に低下する。この濃度の変化は、①近接めっきであってめっき空間のめっき液量そのものが少ない場合、②めっき空間内へのめっき液の導入がめっき前のみに行われ、めっき中は行わ

れない場合（回分導入）、③めっき液がめっき処理過程で間欠的に導入される場合、などでより大きくなる。更に、めっき処理中に、めっき空間内に別の液導入手段により異なる濃度の添加剤を含む溶液又はめっき液を別途導入する場合には、濃度変化が更に大きくなる。

このように、めっき処理中におけるめっき空間内のめっき液添加剤濃度を変化させることで、配線部と非配線部のめっき膜厚のばらつきが是正される。

【0010】

めっき処理中におけるめっき空間内のめっき液添加剤濃度を変化させると、どのような原理機構で配線部と非配線部の膜厚差が是正されるかのメカニズムは必ずしも明らかでないが、概して添加剤濃度がめっき処理過程で低下する場合や、特定の添加剤濃度、特にキャリアが高く設定される時、或いは添加剤成分が添加剤の吸着除去などにより、大きく低下する場合に膜厚差が是正される傾向にある。また、問題となっている膜厚差は、配線溝部の埋込みがほぼ完了した後のめっき中後期において発生すると考えられる。従って、配線溝部を埋め込むめっき初期に比べて、中後期の添加剤濃度を変化させることが膜厚差の是正により有効である。

【0011】

請求項2に記載の発明は、前記めっき空間へのめっき液の供給を断続的に行うこと、前記めっき液添加剤濃度を調整することを特徴とする請求項1記載の基板の電解めっき方法である。

【0012】

請求項3に記載の発明は、前記めっき空間への添加剤の補給または添加剤の除去により、前記めっき液添加剤濃度を調整することを特徴とする請求項1記載の基板の電解めっき方法である。

【0013】

請求項4に記載の発明は、カソードから給電可能な基板保持部と、基板に略平行に配置されたアノードと、基板とアノードで構成されるめっき空間に回分的または間欠的にめっき液を導入する手段を備えたことを特徴とする基板の電解めっき装置である。これにより、基板とアノードで構成されるめっき空間内のめっき

液添加剤濃度を変化させながら、めっき処理を施すことができる。

【0014】

請求項5に記載の発明は、前記めっき空間へ前記めっき液とは異なる添加剤濃度に調整した液を導入する手段を備えたことを特徴とする請求項4記載の基板の電解めっき装置である。これにより、異なる添加剤濃度に調整した液（溶液またはめっき液）を介して、めっき処理中における基板とアノードで構成されるめっき空間内のめっき液添加剤濃度の変化を任意に設定することができる。

【0015】

請求項6に記載の発明は、前記めっき空間内にめっき液含浸材を配置したことを特徴とする請求項4または5記載の基板の電解めっき装置である。これにより、めっき液含浸材で添加剤中の特定成分、例えばレベラーを吸着除去することができ、この場合、めっき空間内のめっき液中のレベラー濃度を下げるときに有効である。

【0016】

請求項7に記載の発明は、前記めっき空間内のめっき液温度を調整可能な手段を備えたことを特徴とする請求項4乃至6のいずれかに記載の基板の電解めっき装置である。これにより、吸着反応は温度依存性が高いので、一般にめっき液の温度を高めることで、めっき液含浸材の吸着容量を増加させることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。この実施の形態の基板めっき装置は、半導体基板の表面に電解銅めっきを施して、銅層からなる配線が形成された半導体装置を得るのに使用される。このめっき工程を図1を参照して説明する。

【0018】

半導体基板Wには、図1(a)に示すように半導体素子が形成された半導体基板1上に導電層1aの上にSiO₂からなる絶縁膜2が堆積され、リソグラフィ・エッチング技術によりコンタクトホール3と配線用の溝4が形成され、その上にTiN等からなるバリア層5、更にその上に電解めっきの給電層としてのシ-

ド層7が形成されている。

【0019】

そして、図1(b)に示すように、前記半導体基板Wの表面に銅めっきを施すこと、半導体基板1のコンタクトホール3及び溝4内に銅を充填させるとともに、絶縁膜2上に銅層6を堆積させる。その後、化学的機械的研磨(CMP)により、絶縁膜2上の銅層6を除去して、コンタクトホール3および配線用の溝4に充填させた銅層6の表面と絶縁膜2の表面とをほぼ同一平面にする。これにより、図1(c)に示すように銅層6からなる配線が形成される。

【0020】

図2は、本発明の実施の形態の基板のめっき装置の全体を示す平面図で、図2に示すように、このめっき装置には、同一設備内に位置して、内部に複数の基板Wを収納する2基のロード・アンロード部10と、めっき処理及びその付帯処理を行う2基のめっきユニット12と、ロード・アンロード部10とめっきユニット12との間で基板Wの受渡しを行う搬送ロボット14と、めっき液タンク16を有するめっき液供給設備18が備えられている。

【0021】

なお、この実施の形態に使用されるめっき液には、キャリアとしてチオ尿素やアクリルチオ尿素などの硫黄を含有する成分が、ポリマとしてポリエーテルやポリエチレングリコール及びそれらの誘導体等から構成される成分が、レベラとしてポリアミンのような正電荷をもった窒素化合物などが添加剤として含有されているが、これらに限定されるものではないことは勿論である。

【0022】

前記めっきユニット12には、図3に示すように、めっき処理及びその付帯処理を行う基板処理部20が備えられ、この基板処理部20に隣接して、めっき液を溜めるめっき液トレー22が配置されている。また、回転軸24を中心に揺動する揺動アーム26の先端に保持されて前記基板処理部20とめっき液トレー22との間を揺動する電極部28を有する電極アーム部30が備えられている。更に、基板処理部20の側方に位置して、プレコート・回収アーム32と、純水やイオン水等の薬液、更には気体等を基板に向けて噴射する固定ノズル34が配置

されている。この実施の形態にあっては、3個の固定ノズル34が備えられ、その内の1個を純水の供給用に用いている。

【0023】

前記基板処理部20には、図4及び図5に示すように、めっき面を上向きにして基板Wを保持する基板保持部36と、この基板保持部36の上方に該基板保持部36の周縁部を囲繞するように配置されたカソード部38が備えられている。更に、基板保持部36の周囲を囲繞して処理中に用いる各種薬液の飛散を防止する有底略円筒状のカップ40が、エアシリンダ42を介して上下動自在に配置されている。

【0024】

ここで、前記基板保持部36は、図5に示すように、エアシリンダ44によつて、下方の基板受渡し位置Aと、上方のめっき位置Bと、これらの中間の前処理・洗浄位置Cとの間を昇降し、回転モータ46及びベルト48（図4参照）を介して、任意の加速度及び速度で前記カソード部38と一緒に回転するように構成されている。この基板受渡し位置Aに対向して、めっきユニット12のフレーム側面の搬送ロボット14側には、図7に示すように、基板搬出入口50が設けられ、また基板保持部36がめっき位置Bまで上昇した時に、基板保持部36で保持された基板Wの周縁部に下記のカソード部38のシール材90とカソード電極88が当接するようになっている。一方、前記カップ40は、その上端が前記基板搬出入口50の下方に位置し、図5に仮想線で示すように、上昇した時に前記基板搬出入口50を塞いでカソード部38の上方に達するようになっている。

【0025】

前記めっき液トレー22は、めっきを実施していない時に、電極アーム部30の下記のめっき液含浸材110及びアノード98をめっき液で温潤させるためのもので、図6に示すように、このめっき液含浸材110が収容できる大きさに設定され、図示しないめっき液供給口とめっき液排水口を有している。また、フォトセンサがめっき液トレー22に取り付けられており、めっき液トレー22内のめっき液の満水、即ちオーバーフローと排水の検出が可能になっている。めっき液トレー22の底板は着脱が可能であり、めっき液トレーの周辺には、図示しな

い局所排気口が設置されている。

【0026】

前記電極アーム部30は、図8及び図9に示すように、上下動モータ54と図示しないボールねじを介して上下動し、旋回モータ56を介して、前記めっき液トレー22と基板処理部20との間を旋回（揺動）するようになっている。

【0027】

また、プレコート・回収アーム32は、図10に示すように、上下方向に伸びる支持軸58の上端に連結されて、ロータリアクチュエータ60を介して旋回（揺動）し、エアシリンダ62（図7参照）を介して上下動するよう構成されている。このプレコート・回収アーム32には、その自由端側にプレコート液吐出用のプレコートノズル64が、基端側にめっき液回収用のめっき液回収ノズル66がそれぞれ保持されている。そして、プレコートノズル64は、例えばエアシリンダによって駆動するシリンジに接続されて、プレコート液がプレコートノズル64から間欠的に吐出され、また、めっき液回収ノズル66は、例えばシリンダポンプまたはアスピレータに接続されて、基板上のめっき液がめっき液回収ノズル66から吸引されるようになっている。

【0028】

前記基板保持部36は、図11乃至図13に示すように、円板状のステージ68を備え、このステージ68の周縁部の円周方向に沿った6カ所に、上面に基板Wを水平に載置して保持する支持腕70が立設されている。この支持腕70の1つの上端には、基板Wの端面に当接して位置決めする位置決め板72が固着され、この位置決め板72を固着した支持腕70に対向する支持腕70の上端には、基板Wの端面に当接し回動して基板Wを位置決め板72側に押付ける押付け片74が回動自在に支承されている。また、他の4個の支持腕70の上端には、回動して基板Wをこの上方から下方に押付けるチャック爪76が回動自在に支承されている。

【0029】

ここで、前記押付け片74及びチャック爪76の下端は、コイルばね78を介して下方に付勢した押圧棒80の上端に連結されて、この押圧棒80の下動に伴

って押付け片74及びチャック爪76が内方に回動して閉じるようになっており、ステージ68の下方には前記押圧棒80に下面に当接してこれを上方に押上げる支持板82が配置されている。

【0030】

これにより、基板保持部36が図5に示す基板受渡し位置Aに位置する時、押圧棒80は支持板82に当接し上方に押上げられて、押付け片74及びチャック爪76が外方に回動して開き、ステージ68を上昇させると、押圧棒80がコイルばね78の弾性力で下降して、押付け片74及びチャック爪76が内方に回転して閉じるようになっている。

【0031】

前記カソード部38は、図14及び図15に示すように、前記支持板82（図5及び図13等参照）の周縁部に立設した支柱84の上端に固着した環状の枠体86と、この枠体86の下面に内方に突出させて取付けた、この例では6分割されたカソード電極88と、このカソード電極88の上方を覆うように前記枠体86の上面に取付けた環状のシール材90とを有している。このシール材90は、その内周縁部が内方に向け下方に傾斜し、かつ徐々に薄肉となって、内周端部が下方に垂下するように構成されている。

【0032】

これにより、図5に示すように、基板保持部36がめっき位置Bまで上昇した時に、この基板保持部36で保持した基板Wの周縁部にカソード電極88が押付けられて通電し、同時にシール材90の内周端部が基板Wの周縁部上面に圧接し、ここを水密的にシールして、基板の上面（被めっき面）に供給されためっき液が基板Wの端部から染み出すのを防止するとともに、めっき液がカソード電極88を汚染することを防止するようになっている。

【0033】

なお、この実施の形態において、カソード部38は、上下動不能で基板保持部36と一体に回転するようになっているが、上下動自在で、下降した時にシール材90が基板Wの被めっき面に圧接するように構成しても良い。

【0034】

前記電極アーム部30の電極部28は、図16乃至図20に示すように、揺動アーム26の自由端にボールベアリング92を介して連結したハウジング94と、このハウジング94の周囲を囲繞する中空の支持棒96と、前記ハウジング94と支持棒96で周縁部を狭持して固定したアノード98とを有し、このアノード98は、前記ハウジング94の開口部を覆って、ハウジング94の内部に吸引室100が形成されている。この吸引室100の内部には、めっき液供給設備18(図2参照)から延びるめっき液供給管102に接続され直径方向に延びるめっき液導入管104がアノード98の上面に当接して配置され、更に、ハウジング94には、吸引室100に連通するめっき液排出管106が接続されている。ここで、前記めっき液供給管102には、めっき液の注入量を調整する、例えば流量調整器などのめっき液使用量調整手段が設けられている。

【0035】

前記めっき液導入管104は、マニホールド構造とすると被めっき面に均一なめっき液を供給するのに有効である。即ち、その長手方向に連続して延びるめっき液導入路104aと該導入路104aに沿った所定のピッチで、下方に連通する複数のめっき液導入口104bが設けられ、また、アノード98の該めっき液導入口104bに対応する位置に、めっき液注入孔98aが設けられている。更に、アノード98には、その全面に亘って上下に連通する多数の通孔98bが設けられている。これにより、めっき液供給管102からめっき液導入管104に導入されためっき液は、めっき液導入口104b及びめっき液注入孔98aからアノード98と基板Wで構成されためっき空間99(図17参照)に達し、まためっき液排出管106を吸引することで、アノード98と基板Wで構成されためっき空間99内のめっき液は、通孔98bから吸引室100を通過して該めっき液排出管106から排出されるようになっている。

【0036】

更に、ハウジング94には、アノード98と基板Wで構成されためっき空間99内に、めっき液とは異なる濃度の添加剤を含む溶液またはめっき液を別途導入する液供給管120が接続されている。これにより、めっき処理中に、この液供給管120から異なる添加剤濃度に調整した溶液またはめっき液をめっき空間9

9内に導入することで、めっき空間99内のめっき液添加剤濃度の変化を任意に設定することができるようになっている。

【0037】

ここで、前記アノード98は、スライムの生成を抑制するため、含有量が0.03~0.05%のリンを含む銅（含リン銅）で構成されている。このように、アノード98に含リン銅を使用すると、めっきの進行に伴ってアノード98の表面にブラックフィルムと呼ばれる黒膜が形成される。このブラックフィルムは、リンやC1を含むCu⁺錯体で、Cu₂C1₂·Cu₂O·Cu₃P等で構成されるものである。このブラックフィルムの形成により銅の不均化反応が抑制されるので、ブラックフィルムをアノード98に表面に安定して形成することは、めっきを安定化させる上で重要であるが、これが乾燥してアノード98から脱落したり、酸化すると、パーティクルの原因となるばかりでなく、めっきの組成が変化してしまう。

【0038】

そこで、この実施の形態にあっては、アノード98の下面に該アノード98の全面を覆う保水性材料からなるめっき液含浸材110を取付け、このめっき液含浸材110にめっき液を含ませて、アノード98の表面を温潤することで、ブラックフィルムの基板のめっき面への乾燥による脱落及び酸化を防止し、同時に基板のめっき面とアノード98との間のめっき空間99内にめっき液を注入する際に、空気を外部に抜きやすくしている。また、このように、アノード98にめっき液含浸材110を取付け、基板Wの被めっき面とアノード98との間のめっき空間99内に注入するめっき液に接触させることで、めっき液含浸材110で添加剤中の特定成分、例えばレベラーを吸着除去することができる。この場合、めっき空間内のめっき液中のレベラー濃度を下げるときに有効である。

【0039】

このめっき液含浸材110は、保水性と透過性を有し、高濃度の硫酸を含む酸性めっき液に対して耐久性があり、しかも硫酸溶液中の不純物の溶出がめっき性能（成膜速度、比抵抗、パターン埋込み性）に悪影響を及ぼさないよう、例えばポリプロピレン製の繊維からなる織布で構成されている。なお、めっき液含浸

材110の材料としては、ポリプロピレンの他にポリエチレン、ポリエステル、ポリ塩化ビニル、テフロン、ポリビニルアルコール、ポリウレタン及びこれらの誘導体が挙げられ、また織布の代わりに不織布またはスポンジ状の構造体であっても良い。更に、アルミナや炭化珪素等からなるポーラスセラミックス、ポリウレタンやポリエステル等の焼結体であっても良い。

【0040】

即ち、下端に頭部を有する多数の固定ピン112を、この頭部をめっき液含浸材110の内部に上方に脱出不能に収納し軸部をアノード98の内部を貫通させて配置し、この固定ピン112をU字状の板ばね114を介して上方に付勢させることで、アノード98の下面にめっき液含浸材110を板ばね114の弾性力を介して密着させて取付けている。このように構成することにより、めっきの進行に伴って、アノード98の肉厚が徐々に薄くなっても、アノード98の下面にめっき液含浸材110を確実に密着させることができる。

【0041】

なお、アノードの上面側から、例えば径が2mm程度の円柱状のPVC（塩ビ）またはPET製のピンをアノードを貫通させて配置し、アノード下面に現れた該ピンの先端面に接着剤を付けてめっき液含浸材と接着固定するようにしても良い。また、めっき液含浸材がセラミックス等の硬い材料である場合は、めっき液含浸材を固定するための固定ピン等を設ける必要はなく、めっき液含浸材を保持具に固定して、この保持具の上にアノードを載置しても良い。更に、アノードとめっき液含浸材とを密着させる必要はなく、その間にめっき液を保持するようにしても良い。

【0042】

そして、基板保持部36がめっき位置B（図5参照）にある時に、基板保持部36で保持された基板Wとめっき液含浸材110との隙間が、例えば0.5~3mm程度となるまで前記電極部28を下降させ、この状態で、めっき液供給管102からめっき液を供給して、めっき液含浸材110にめっき液を含ませながら、基板Wの上面（被めっき面）とアノード98との間のめっき空間99をめっき液で満たし、これによって、基板Wの被めっき面にめっきを施す。

【0043】

なお、図4に示すように、カソード部38を支持する支柱84の外方にストップ棒116が立設され、このストップ棒116の上面に支持棒96の周囲に設けた突出部96aを当接させることで、電極部28の下降が規制されるようになっている。

【0044】

次に、この実施の形態のめっき装置の動作について説明する。

先ず、ロード・アンロード部10からめっき処理前の基板Wを搬送ロボット14で取出し、被めっき面を上向きにした状態で、フレームの側面に設けられた基板搬出入口50から一方のめっきユニット12の内部に搬送する。この時、基板保持部36は、下方の基板受渡し位置Aにあり、搬送ロボット14は、そのハンドがステージ68の真上に到達した後に、ハンドを下降させることで、基板Wを支持腕70上に載置する。そして、搬送ロボット14のハンドを前記基板搬出入口50を通って退去させる。

【0045】

搬送ロボット14のハンドの退去が完了した後、カップ40を上昇させ、同時に基板受渡し位置Aにあった基板保持部36を前処理・洗浄位置Cに上昇させる。この時、この上昇に伴って、支持腕70上に載置された基板は、位置決め板72と押付け片74で位置決めされ、チャック爪76で確実に把持される。

【0046】

一方、電極アーム部30の電極部28は、この時点ではめっき液トレー22上の通常位置にあって、めっき液含浸材110あるいはアノード98がめっき液トレー22内に位置しており、この状態でカップ40の上昇と同時に、めっき液トレー22及び電極部28にめっき液の供給を開始する。そして、基板のめっき工程に移るまで、新しいめっき液を供給し、併せてめっき液排出管106を通じた吸引を行って、めっき液含浸材110に含まれるめっき液の交換と泡抜きを行う。なお、カップ40の上昇が完了すると、フレーム側面の基板搬出入口50はカップ40で塞がれて閉じ、フレーム内外の雰囲気が遮断状態となる。

【0047】

カップ40が上昇するとプレコート処理に移る。即ち、基板Wを受け取った基板保持部36を回転させ、待避位置にあったプレコート・回収アーム32を基板と対峙する位置へ移動させる。そして、基板保持部36の回転速度が設定値に到達したところで、プレコート・回収アーム32の先端に設けられたプレコートノズル64から、例えば界面活性剤からなるプレコート液を基板の被めっき面に間欠的に吐出する。この時、基板保持部36が回転しているため、プレコート液は基板Wの被めっき面の全面に行き渡る。次に、プレコート・回収アーム32を待避位置へ戻し、基板保持部36の回転速度を増して、遠心力により基板Wの被めっき面のプレコート液を振り切って乾燥させる。

【0048】

プレコート完了後にめっき処理に移る。先ず、基板保持部36を、この回転を停止、若しくは回転速度をめっき時速度まで低下させた状態で、めっきを施すめっき位置Bまで上昇させる。すると、基板Wの周縁部はカソード電極88に接触して通電可能な状態となり、同時に基板Wの周縁部上面にシール材90が圧接して、基板Wの周縁部が水密的にシールされる。

【0049】

一方、搬入された基板Wのプレコート処理が完了したという信号に基づいて、電極アーム部30をめっき液トレー22上方からめっきを施す位置の上方に電極部28が位置するように水平方向に旋回させ、この位置に到達した後に、電極部28をカソード部38に向かって下降させる。この時、めっき液含浸材110を基板Wの被めっき面に接触することなく、0.5mm～3mm程度に近接した位置とする。電極部28の下降が完了した時点で、めっき電流を投入し、めっき液供給管102からめっき液を電極部28の内部に供給して、アノード98を貫通しためっき液注入孔98aよりめっき液含浸材110にめっき液を供給する。

【0050】

めっき液の供給が続くと、めっき液含浸材110から染み出した銅イオンを含むめっき液が、めっき液含浸材110と基板Wの被めっき面との間のめっき空間99内に満たされ、基板の被めっき面に銅めっきが施される。所定量のめっき液が注入された後は、めっき液の注入を停止し、めっき液が基板の被めっき面に均

一に供給されるよう、基板保持部36を低速で回転させる。これを、例えば5分程度継続させる。この時、めっき液として、例えば添加物濃度が1.0mL/Lのものを、めっき空間99の容積に合わせて、例えば50mL使用する。すると、この添加物濃度が、めっきの進行に伴って低下して、配線部と非配線部のめっき膜厚のばらつきが是正される。

【0051】

つまり、基板のめっきを行う過程で、析出する金属膜内への添加剤の取り込み、アノードにおける酸化分解などにより、めっき進行に伴って添加物濃度が低下するのであるが、この実施の形態のように、近接めっきであって、めっき空間99内のめっき液量そのものが少なく、かつめっき空間99内へのめっき液の導入をめっき処理前にのみ行って、めっき処理中に行わない場合、基板とアノードで構成されるめっき空間99のめっき液に含有される添加剤濃度の変化（低下）がより大きくなり、これによって、配線部と非配線部のめっき膜厚のばらつきが是正される。しかも、めっき液含浸材で添加剤中の特定成分、例えばレベラーを吸着除去することで、めっき空間内のめっき液中のレベラー濃度をより効果的に下げることができる。

【0052】

なお、この実施の形態では、めっき空間99内へのめっき液の導入をめっき前のみに行う（回分導入）ようにした例を示しているが、めっき処理過程でめっき液を断続的に導入するようにしても良い。更に、めっき処理中に、液供給管120から異なる濃度の添加剤を含む溶液又はめっき液をめっき空間99に別途導入することで、めっき空間99内におけるめっき液添加物濃度変化を更に大きくすることができる。

【0053】

めっき処理が完了すると、電極アーム部30を上昇させ旋回させてめっき液トレーラー22上方へ戻し、通常位置へ下降させる。次に、プレコート・回収アーム32を待避位置から基板Wに対峙する位置へ移動させて下降させ、めっき液回収ノズル66から基板W上のめっきの残液を回収する。このめっき残液の回収が終了した後、プレコート・回収アーム32を待避位置へ戻し、基板のめっき面のリン

スのために、純水用の固定ノズル34から基板Wの中央部に純水を吐出し、同時に基板保持部36をスピードを増して回転させて基板Wの表面のめっき液を純水に置換する。このように、基板Wのリシスを行うことで、基板保持部36をめっき位置Bから下降させる際に、めっき液が跳ねて、カソード部38のカソード電極88が汚染されることが防止される。

【0054】

リシス終了後に水洗工程に入る。即ち、基板保持部36をめっき位置Bから前処理・洗浄位置Cへ下降させ、純水用の固定ノズル34から純水を供給しつつ基板保持部を36及びカソード部38を回転させて水洗を実施する。この時、カソード38に直接供給した純水又は基板Wの面から飛散した純水によってシール材90及びカソード電極88を同時に洗浄することができる。

【0055】

水洗完了後にドライ工程に入る。即ち、固定ノズル34からの純水の供給を停止し、更に基板保持部36及びカソード部38の回転スピードを増して、遠心力により基板表面の純水を振り切って乾燥させる。これにより、シール材90及びカソード電極88も乾燥される。ドライ工程が完了すると基板保持部36及びカソード部38の回転を停止させ、基板保持部36を基板受渡し位置Aまで下降させる。すると、チャック爪76による基板Wの把持が解かれ、基板Wは、支持腕70の上面に載置された状態となる。これと同時に、カップ40も下降させる。

【0056】

以上でめっき処理及びそれに付帯する前処理や洗浄・乾燥工程の全工程を終了し、搬送ロボット14は、そのハンドを基板搬出入口50から基板Wの下方に挿入し、そのまま上昇させることで、基板保持部36から処理後の基板Wを受取る。そして、搬送ロボット14は、この基板保持部36から受取った処理後の基板Wをロード・アンロード部10に戻す。

【0057】

なお、この実施の形態にあっては、一定温度でめっきを行うようにした例を示しており、この場合、めっき液含浸材が吸着飽和するまではめっき液中の添加剤濃度が減少するが、めっき液含浸材が飽和状態に達するとこの効果が期待できな

くなる。そこで、例えば、アノード部の周囲に、めっき時の温度を調整するヒータ等のめっき温度調整手段を配置し、めっきの進行に合わせてめっき温度を順次高めることで、めっき液含浸材のめっき液中の添加剤の吸着余力を大きくすることができる。なお、めっき時に発生するジュール熱による自然昇温を利用するようにもしても良い。この場合、めっき終了後に、めっき液含浸材を低温めっき液に接触させることで添加剤の一部を脱着させ、これにより、高温に伴う過剰な吸着分を脱着させることができる。

【0058】

また、めっき液供給管102を介して、異なる濃度の添加剤を含む複数種のめっき液を基板の被めっき面とアノードとの間に注入できるように構成し、めっき初期では配線埋込みに適正な添加剤濃度のめっき液を使用してめっきを行い、めっき中後期には添加剤濃度の低いめっき液に入れ替えることで、めっき中の添加剤濃度を調整するようにしても良い。

【0059】

更に、初期に埋込みに適正な濃度の添加剤を含むめっき液含浸材を保持したアノードでめっきし、中後期には添加剤濃度がより低いめっき液含浸材を保持したアノードでめっきすることで、めっき中の添加剤濃度を調整するようにしても良い。

【0060】

次に、前記本発明によるめっきの効果を明らかにするため、種々の実験を行った結果を以下に示す。

先ず、めっき液量と埋込み特性との関係を調べるため、以下のめっき条件でめっき流量を変えてめっきを行い、めっき初期、中期及び後期における添加剤濃度、膜厚段差及び配線内部のボイドの有無を調べた。この結果を表1に示す。

【0061】

めっき条件：

- ・硫酸銅5水塩=225g/L、硫酸=55g/L、塩素イオン=60mg/L、添加剤=DMEC #40（以上、荏原ユージライト（株）社製）
- ・温度=25°C、電流密度=20mA/cm²、めっき時間=5min（平

均めっき膜厚2000nm)

- ・含浸材なし

【表1】

めっき液量と埋め込み特性

めっき液量 (mL/基板)		5mL	50mL	500mL	1000mL	5000mL
添加剤濃度 測定値 (mL/L)	初期 (0 min)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	中期 (2.5min)	0	0	0.6	0.9	1.0
	後期 (5 min)	0	0	0.1	0.5	0.9
膜厚段差 (nm)	(=配線部 -非配線部)	0	100	400	1000	1800
配線内部 ボイドの有無		あり	なし	なし	なし	なし

【0062】

この表1の結果より、めっき液量が少ないと、膜厚段差は少なくなつてCM
P処理が可能な膜厚分布になる。なお、液量が極端に少なくなると配線の中にボ
イドが認められることから、めっき液量は少なすぎると良くないことも判る。

【0063】

次に、めっき液含浸材の有無による添加剤濃度の変化を調べるため、以下のめ
っき条件でめっきを行い、めっき初期、中期及び後期の添加剤濃度、膜厚段差及
びボイドの有無を調べた。この結果を表2に示す。

めっき条件：

- ・硫酸銅5水塩=225g/L、硫酸=55g/L、塩素イオン=60mg
/L、添加剤=DMEC #40 (以上、荏原ユージライト(株)社製)
- ・温度=25°C、電流密度=20mA/cm²、めっき時間=5min (平
均めっき膜厚2000nm)
- ・含浸材：PVAスponジ(厚み4mm)、添加剤の事前吸着処理はなし
- ・めっき液量：1000mL/基板

【表2】

含浸材吸着による添加剤調整

		含浸材あり	含浸材なし
添加剤濃度測定値 (mL/L)	初期 (0 min)	1.0	1.0
	中期 (2.5 min)	0.2	0.9
	後期 (5 min)	0	0.5
膜厚段差 (nm)	(=配線部 - 非配線部)	100~150	1000
配線内ボイドの有無		なし	なし

【0064】

この表2の結果より、添加剤吸着能力を有するめっき液含浸材を介在させることで、めっき途中の添加剤濃度を低下させることができ、その結果、膜厚段差が小さく、かつ、配線内部にボイドが認められないめっきが可能であることが判る。

【0065】

更に、下記のめっき条件で、異なる添加剤濃度のめっき液を使用した多段めっきを行った場合と、1種類のめっき液による通常のめっきを行った場合におけるめっき初期、中期及び後期における添加剤濃度、膜厚段差及びボイドの有無を調べた。この結果を表3に示す。

めっき条件：

- 硫酸銅5水塩 = 225 g/L、硫酸 = 55 g/L、塩素イオン = 60 mg/L、添加剤 = DMEC #40 (以上、荏原ユージライト(株)社製)
- 温度 = 25°C、電流密度 = 20 mA/cm²、めっき時間 = 5 min (平均めっき膜厚 2000 nm)
- 含浸材なし
- めっき液量：5000 mL/基板、添加剤濃度は表3に示す。

【表3】

多段めっきの結果

		多段めっき (mL/L) 0~1.5min: 濃度1.0 1.5~3min: 濃度0.3 3~5min: 濃度0	通常(液1種類) 濃度: 1.0mL/L
添加剤濃度測定値 (mL/L)	初期(0min)	1.0	1.0
	中期(2.5min)	0.3	1.0
	後期(5min)	0	0.9
膜厚段差(nm)	(=配線部 -非配線部)	100~150	1800
配線内ボイドの有無		なし	なし

この表3の結果より、めっき液中の添加剤濃度をめっきの進行にあわせて順次下げることにより、膜厚段差が小さくてCMP処理が容易なめっきが可能であることが判る。

【0066】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、配線部と非配線部の膜厚差を小さくして、後工程のCMPを容易となし、かつ、配線内部にボイドが形成されないめっきが可能となる。これにより、製品歩留りの向上と併せて、LSI製造プロセスの工程簡素化、製造コストの大幅な低減が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の基板めっき装置方法によってめっきを行う工程の一例を示す断面図である。

【図2】

本発明の実施の形態の基板めっき装置の全体を示す平面図である。

【図3】

めっきユニットを示す平面図である。

【図4】

図3のA-A線断面図である。

【図5】

基板保持部及びカソード部の拡大断面図である。

【図6】

図3の正面図である。

【図7】

図3の右側面図である。

【図8】

図3の背面図である。

【図9】

図3の左側面図である。

【図10】

プレコート・回収アームを示す正面図である。

【図11】

基板保持部の平面図である。

【図12】

図11のB-B線断面図である。

【図13】

図11のC-C線断面図である。

【図14】

カソード部の平面図である。

【図15】

図14のD-D線断面図である。

【図16】

電極アームの平面図である。

【図17】

図16の縦断正面図である。

【図18】

図16のE-E線断面図である。

【図19】

図18の一部を拡大して示す拡大図である。

【図20】

電極アームの電極部のハウジングを除いた状態の平面図である。

【符号の説明】

10 ロード・アンロード部

12 めっきユニット

14 搬送ロボット

20 基板処理部

22 めっき液トレー

26 搖動アーム

28 電極部

30 電極アーム部

32 プレコート・回収アーム

34 固定ノズル

36 基板保持部

38 カソード部

40 カップ

50 基板搬出入口

58 支持軸

64 プレコートノズル

66 めっき液回収ノズル

68 ステージ

70 支持腕

72 位置決め板

74 押付け片

76 チャック爪

78 コイルばね

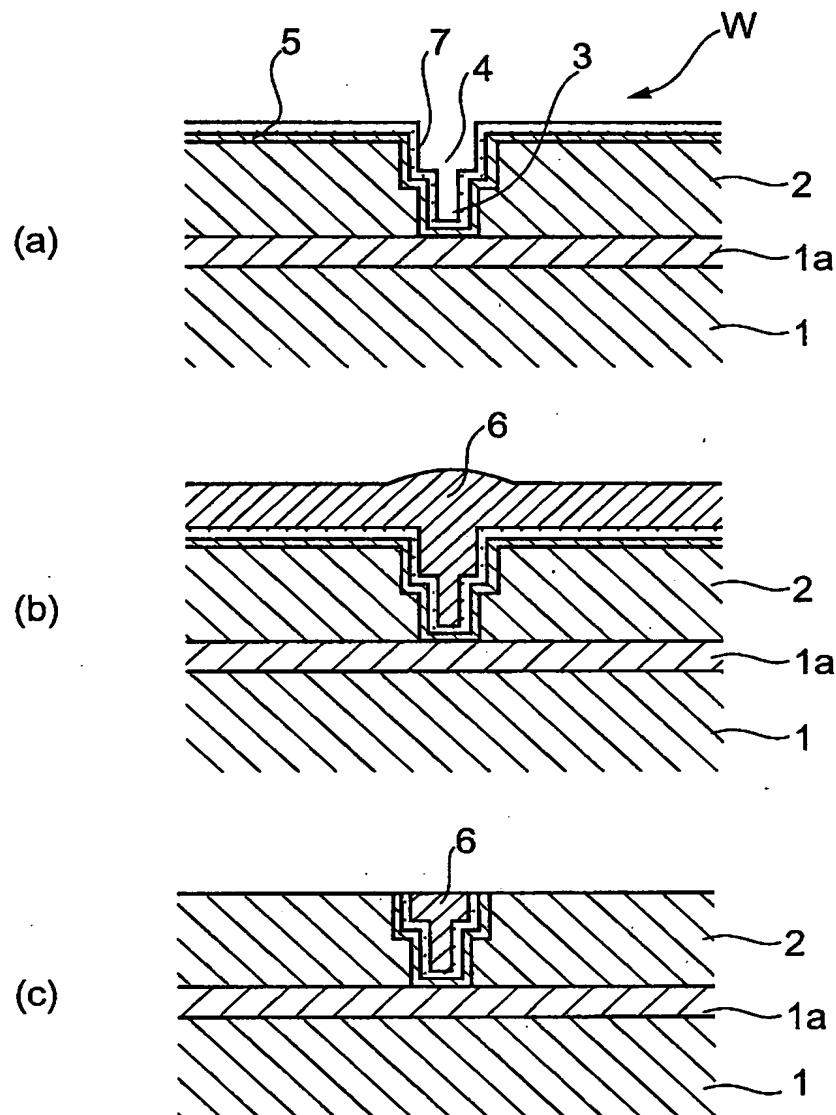
80 押圧棒

82 支持板

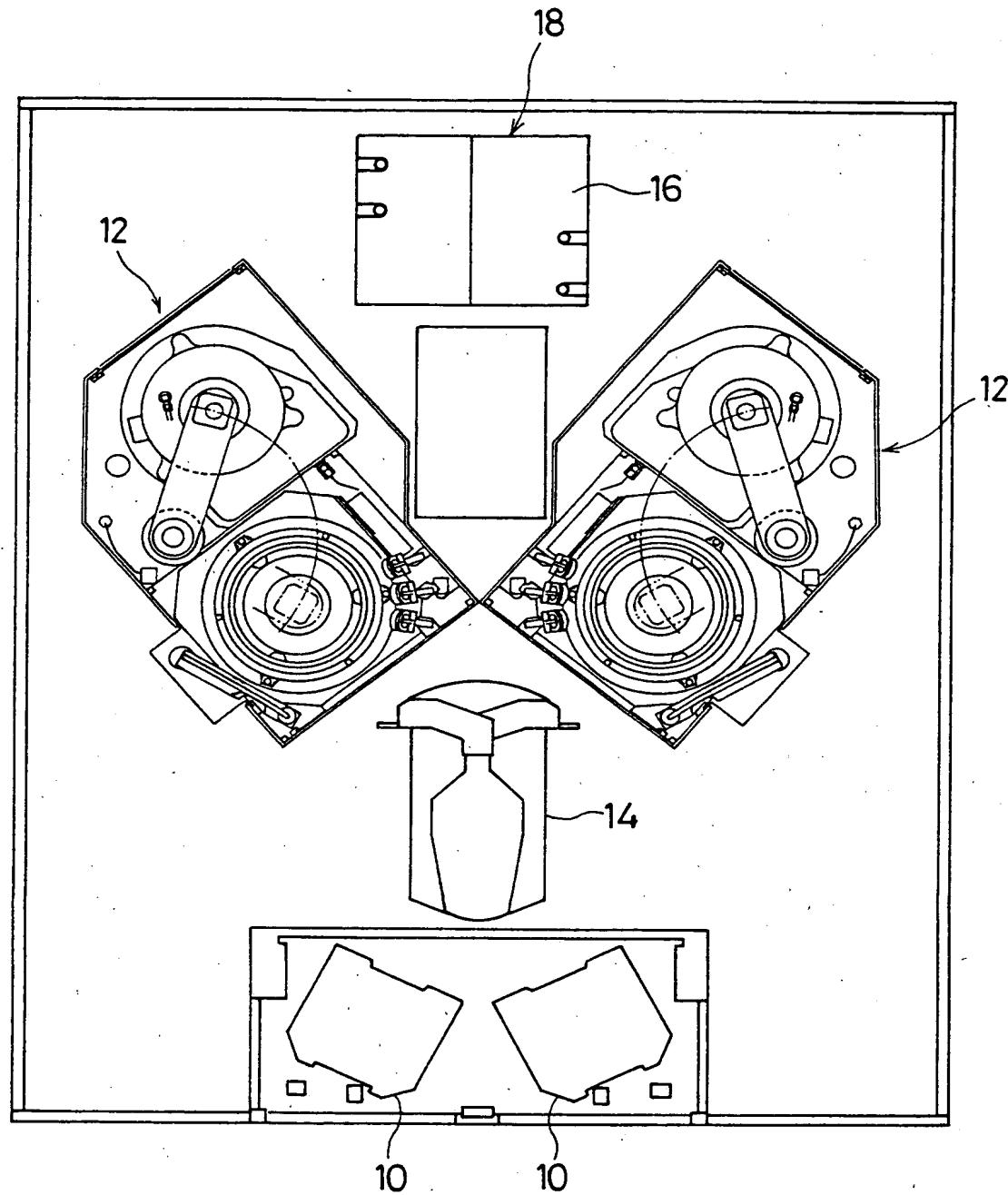
84 支柱
86 柱体
88 カソード電極
90 シール材
92 ボールベアリング
94 ハウジング
98 アノード
98a めっき液注入孔
98b 通孔
99 めっき空間
100 吸引室
102 めっき液供給管
104 めっき液導入管
104b めっき液導入口
106 めっき液排出管
110 めっき液含浸材
112 固定ピン
120 液供給管

【書類名】 図面

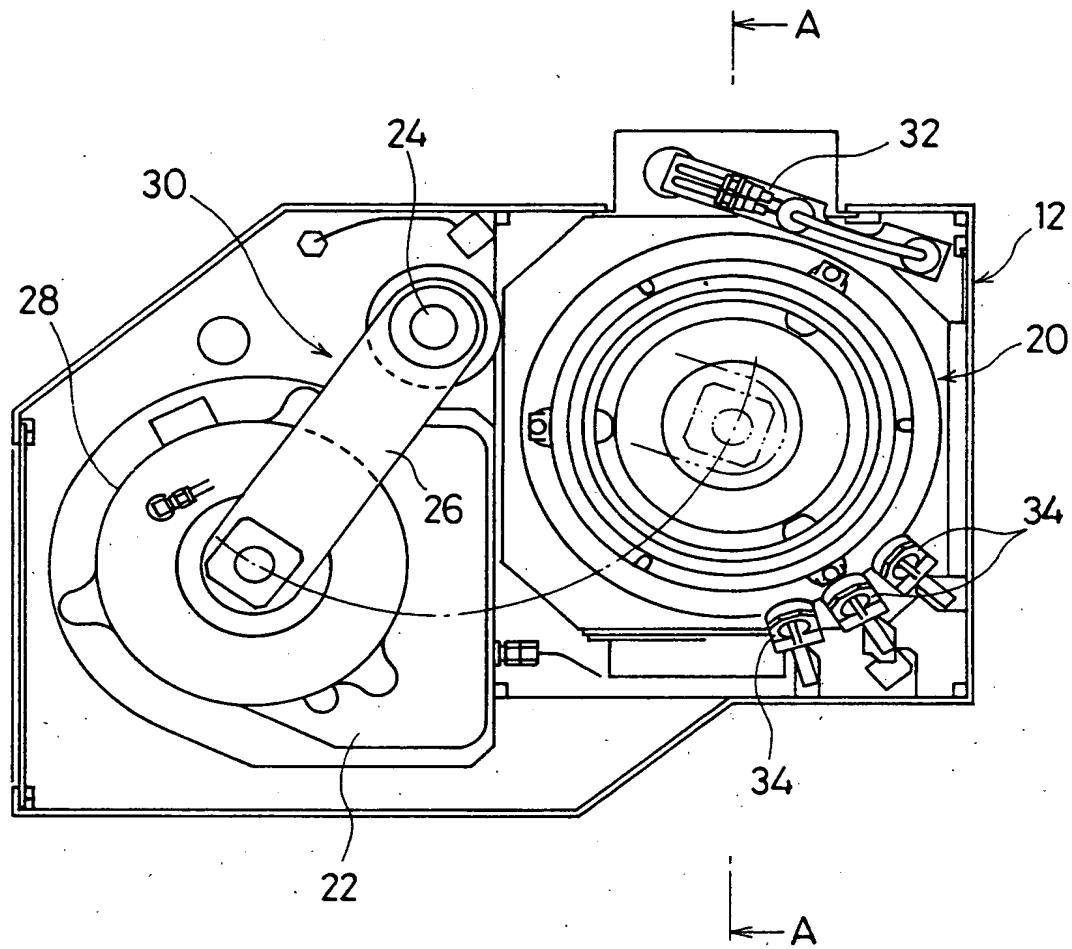
【図1】



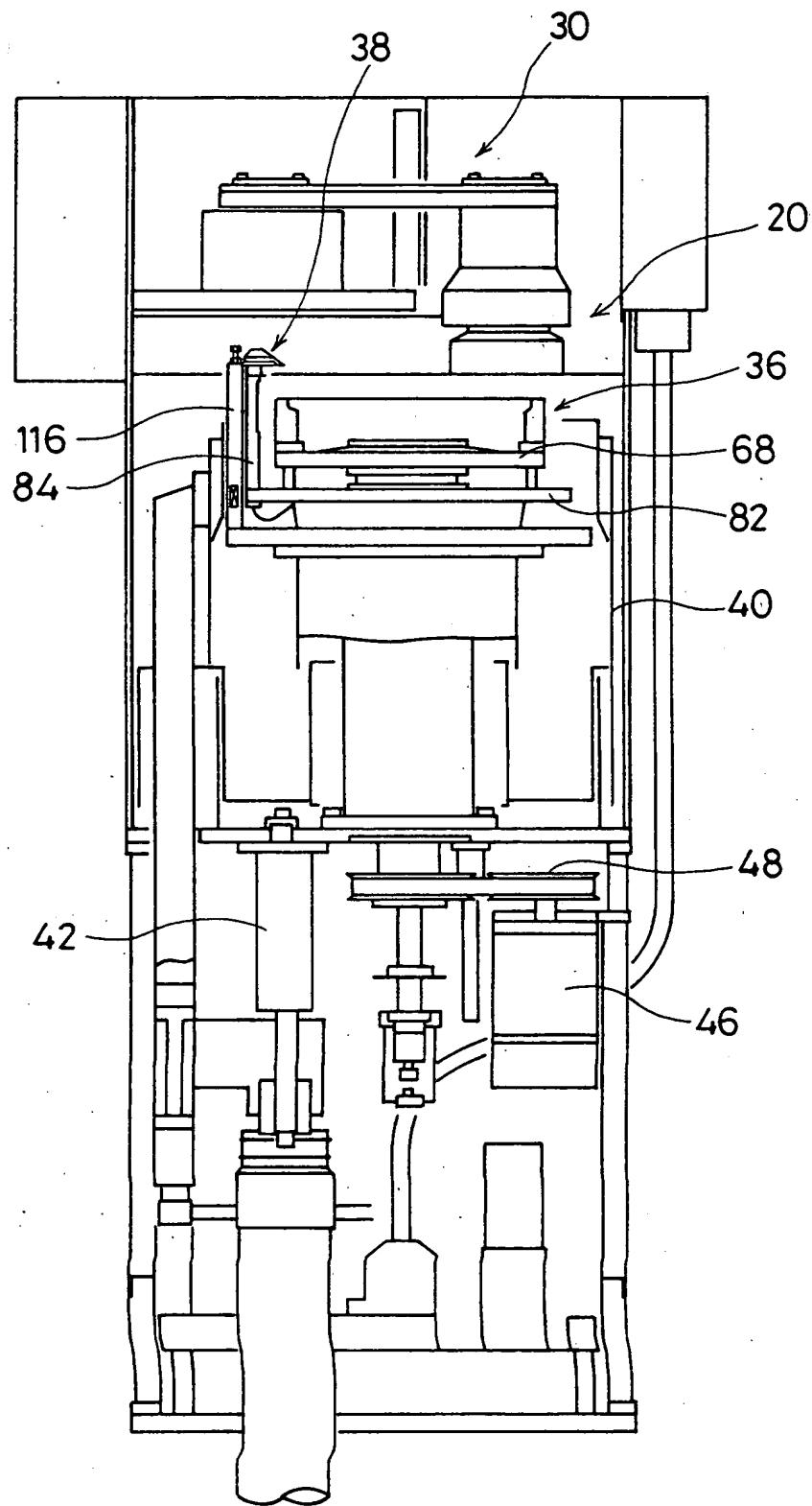
【図2】



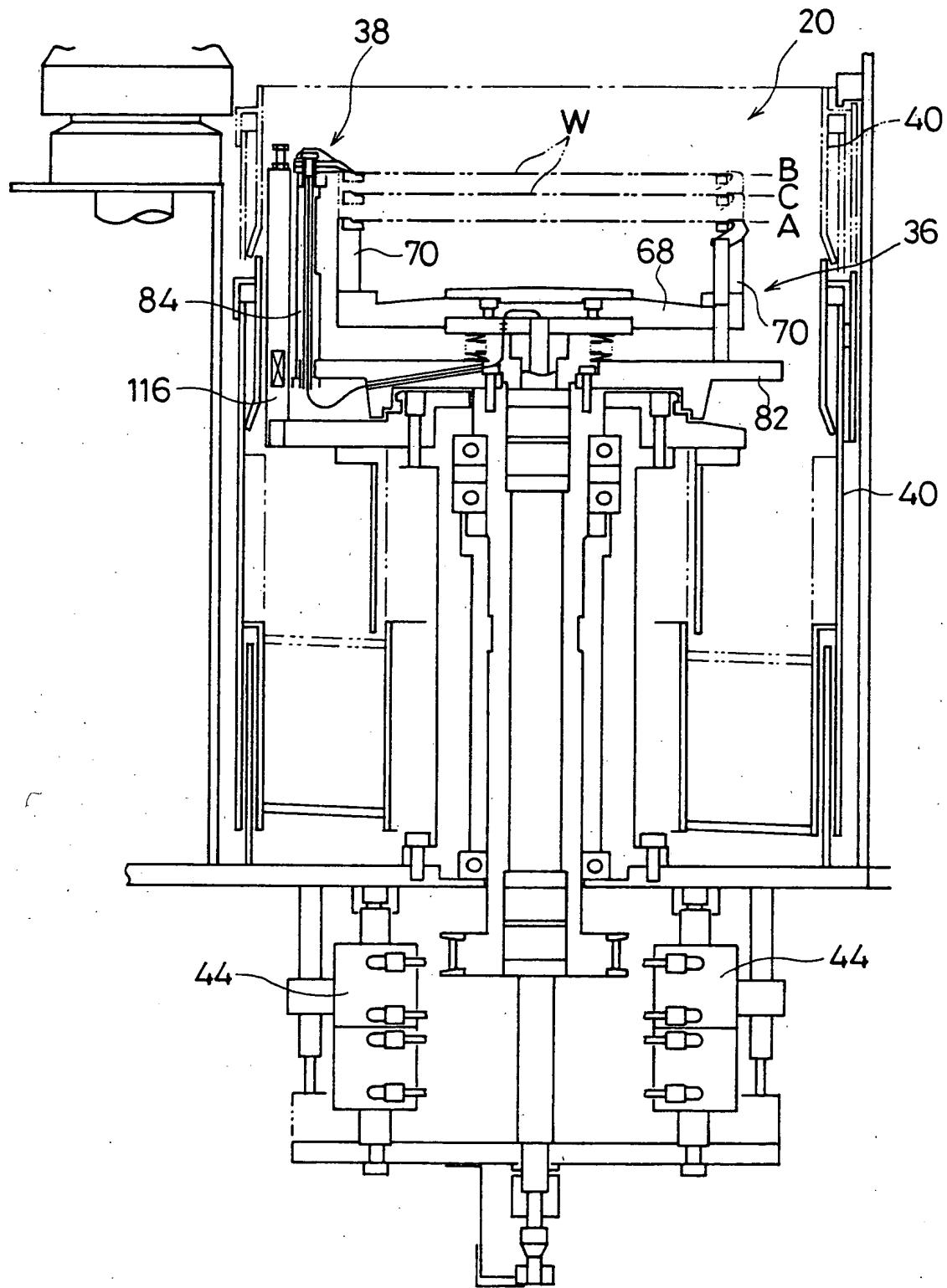
【図3】



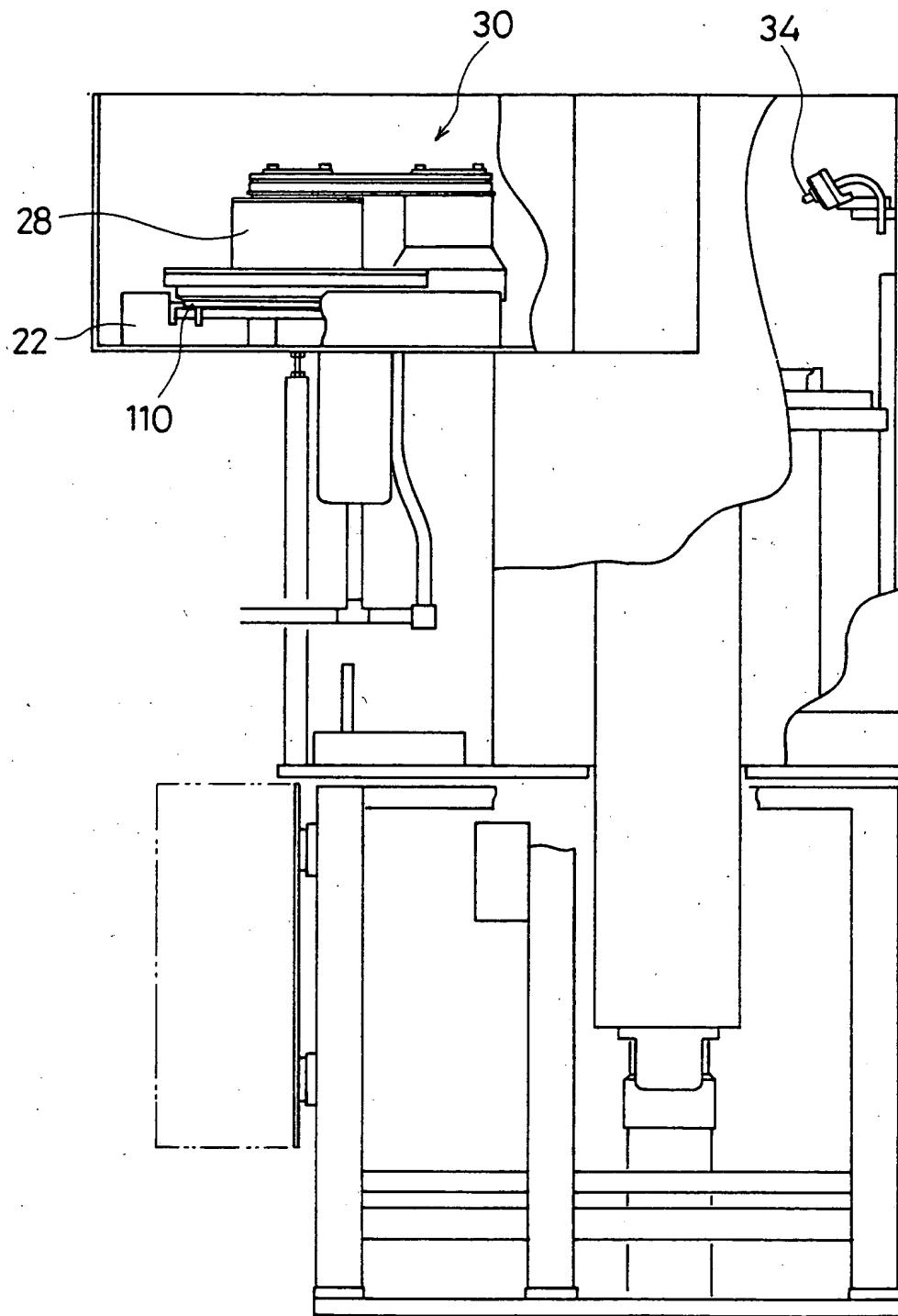
【図4】



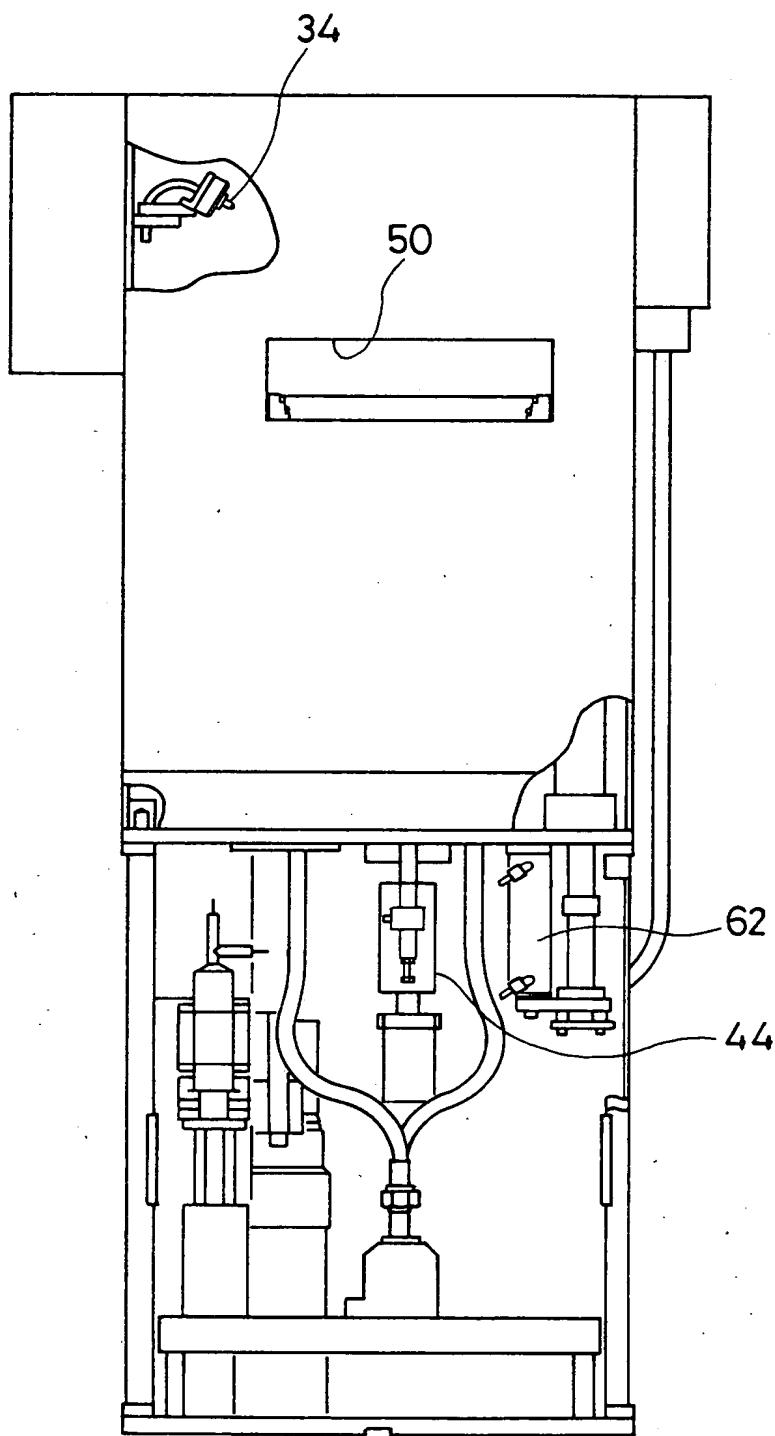
【図5】



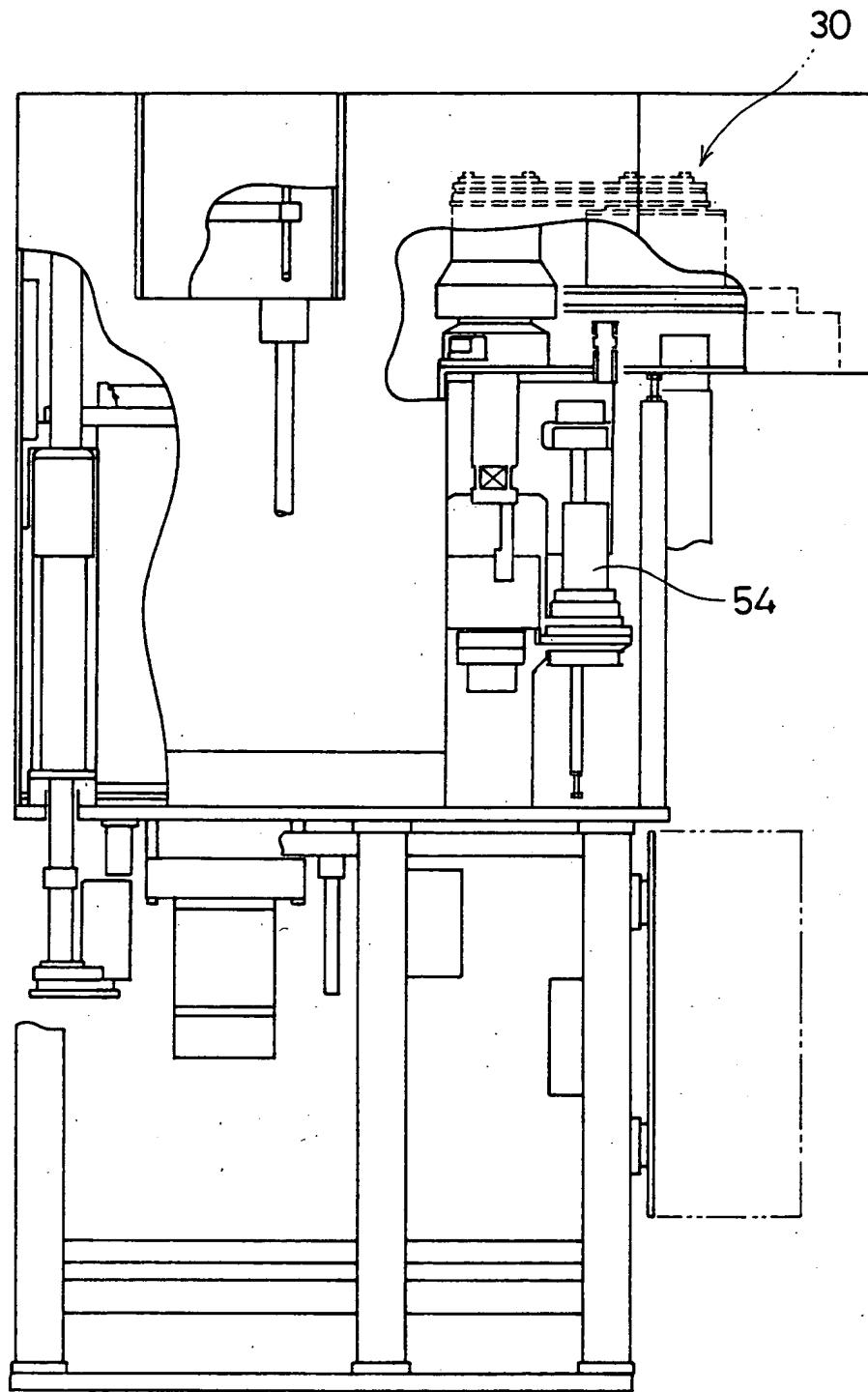
【図6】



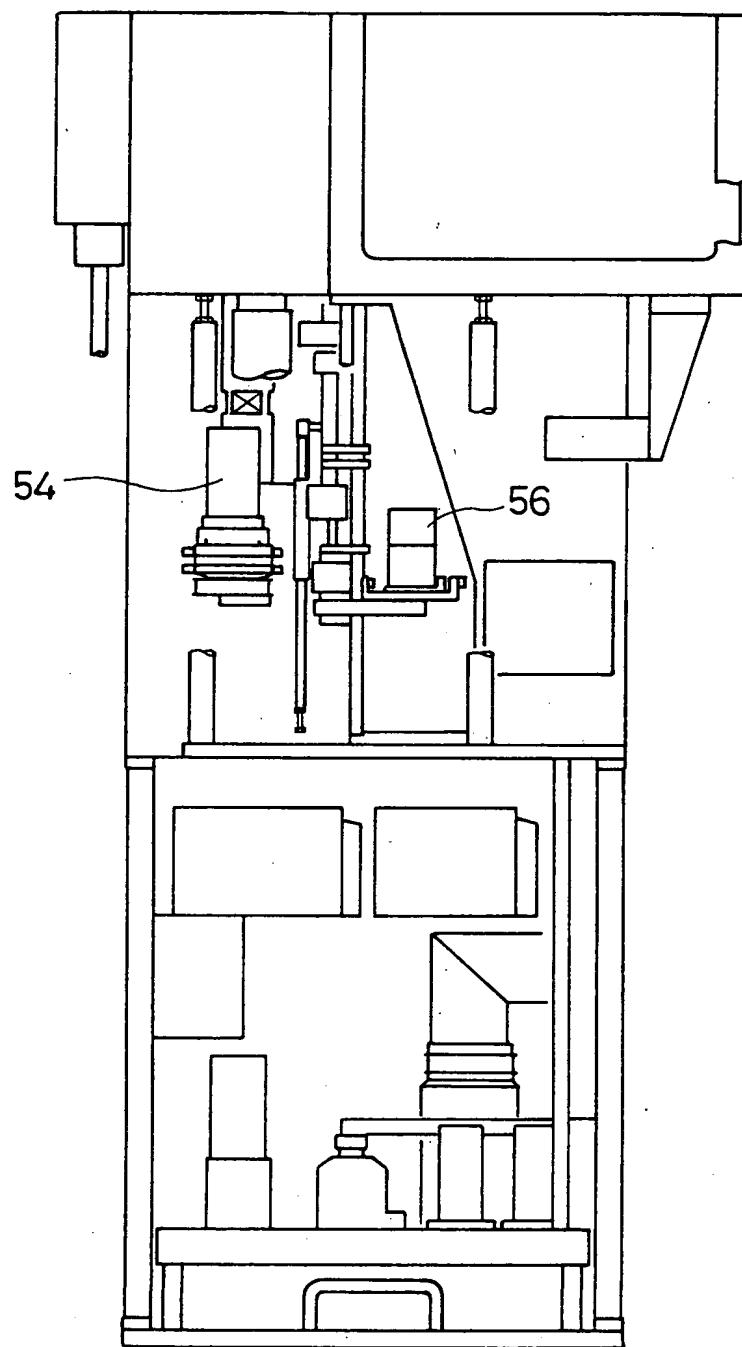
【図7】



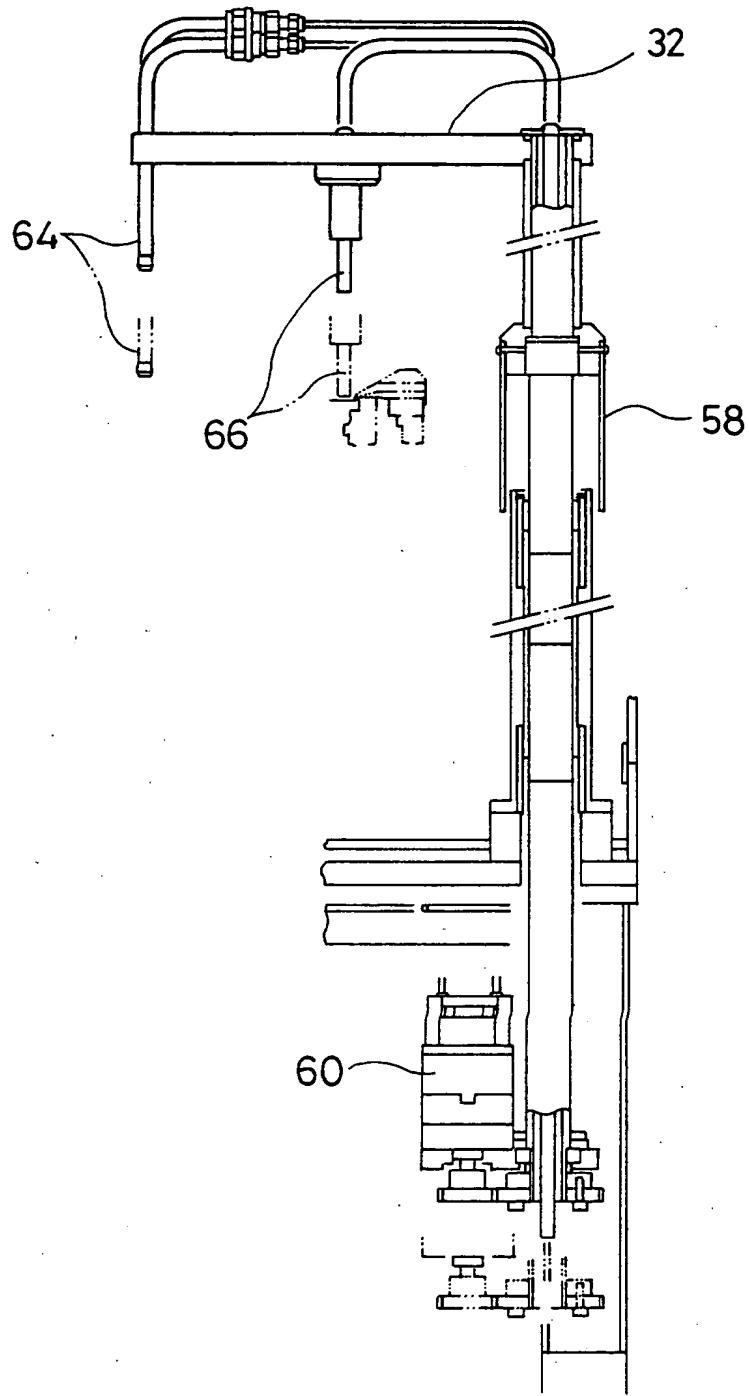
【図8】



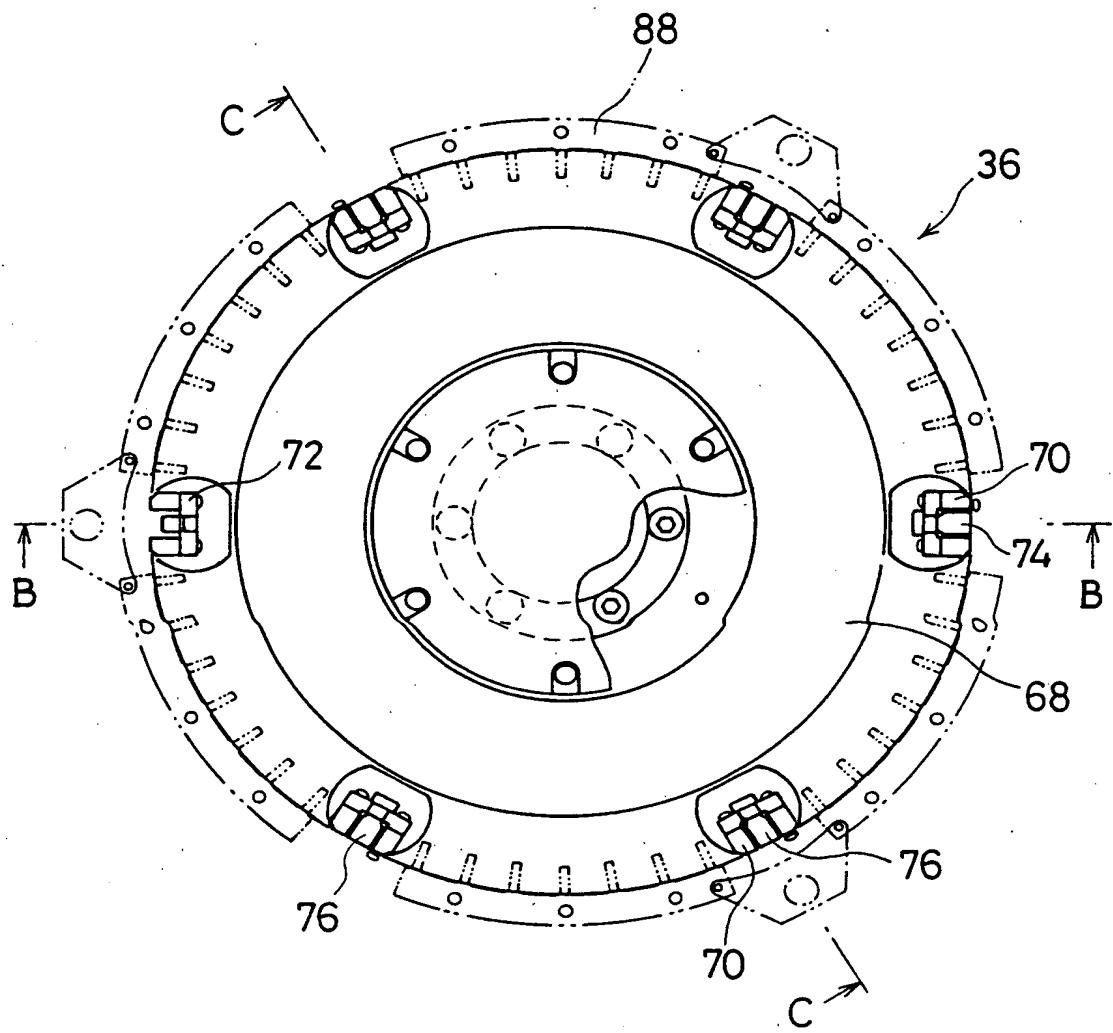
【図9】



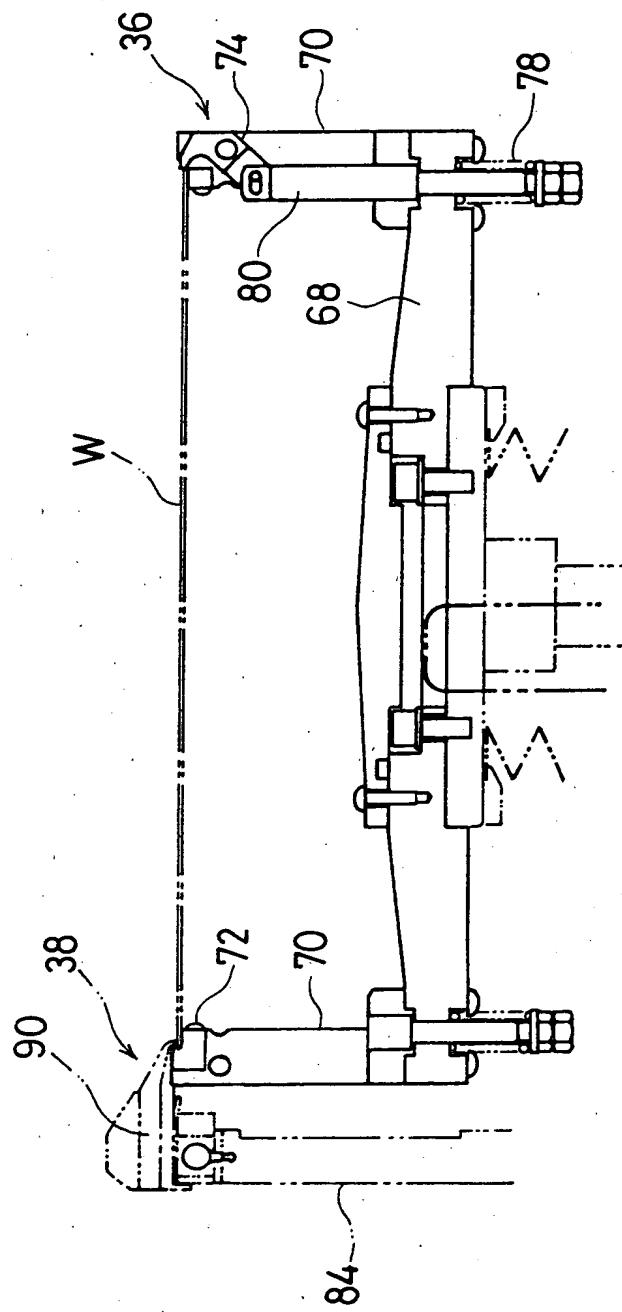
【図10】



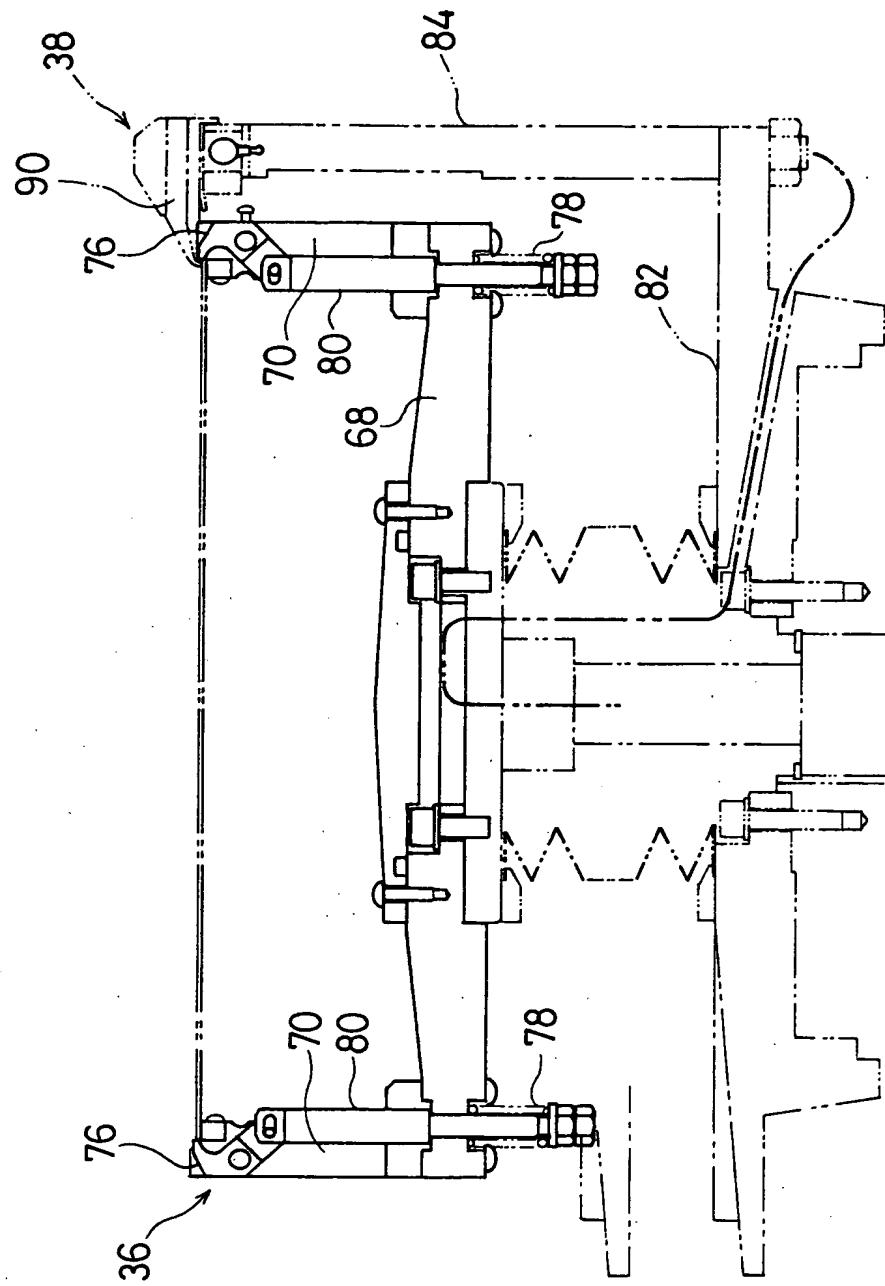
【図11】



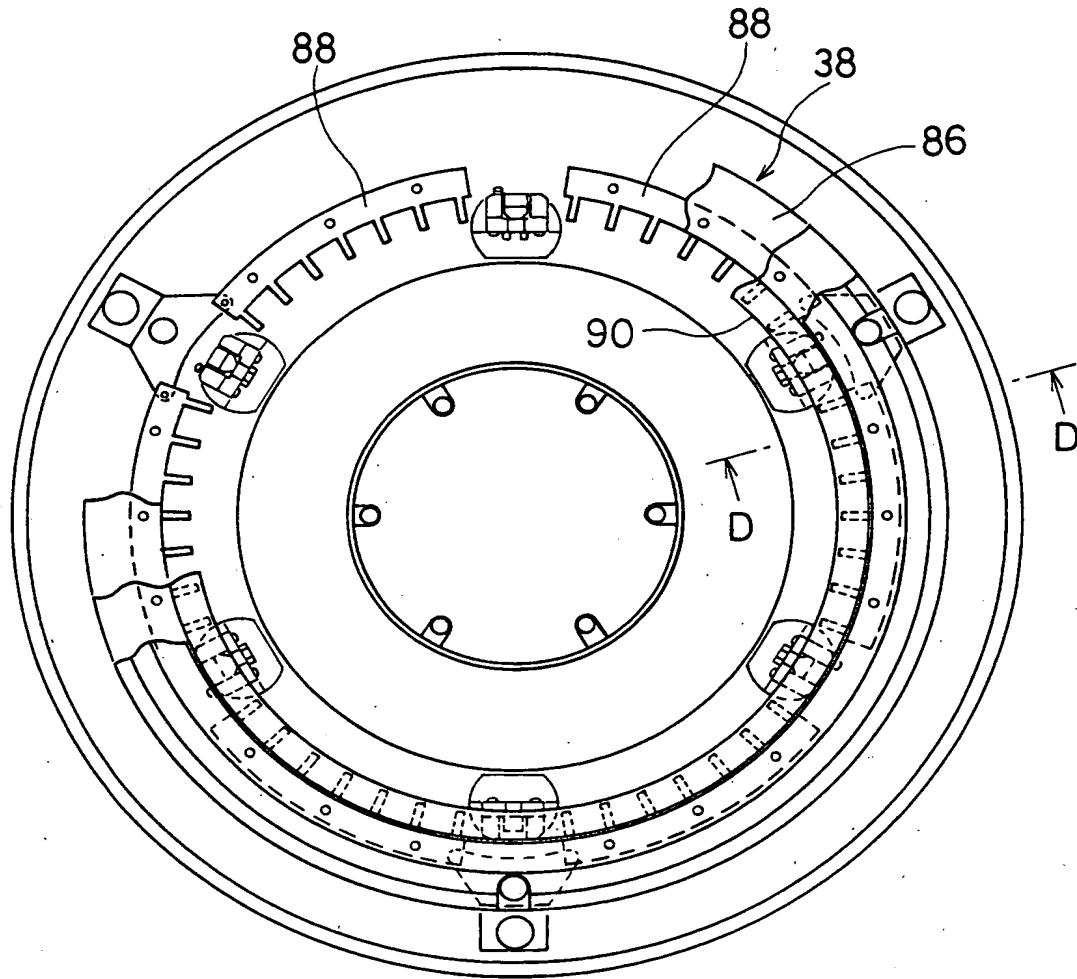
【図12】



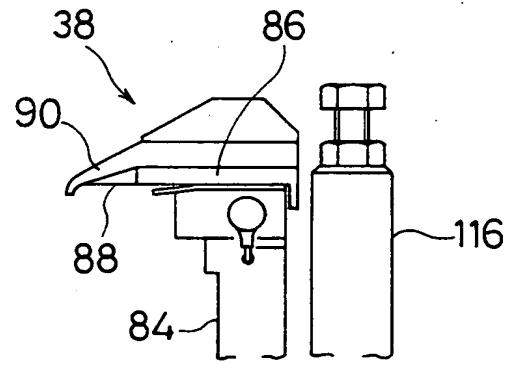
【図13】



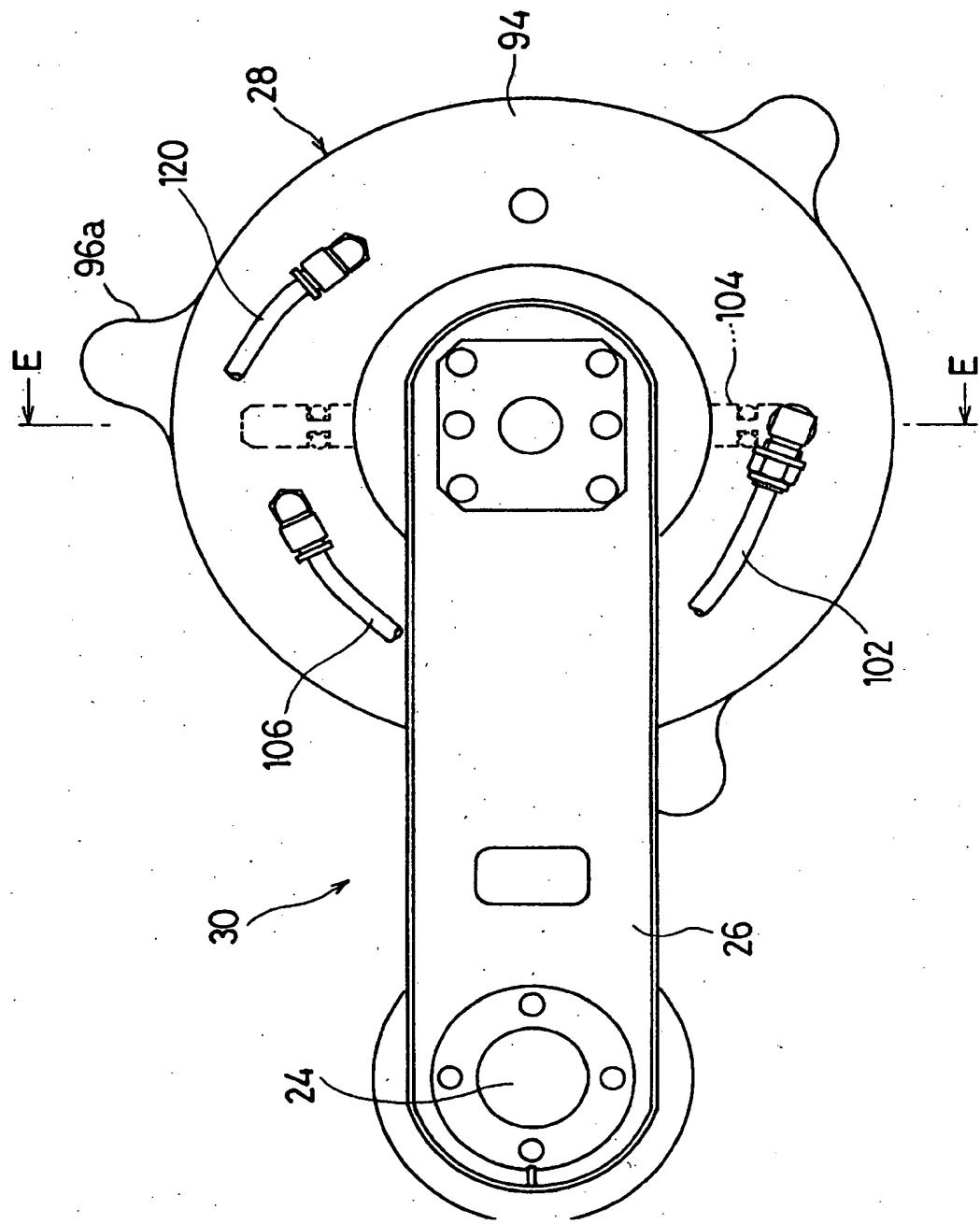
【図14】



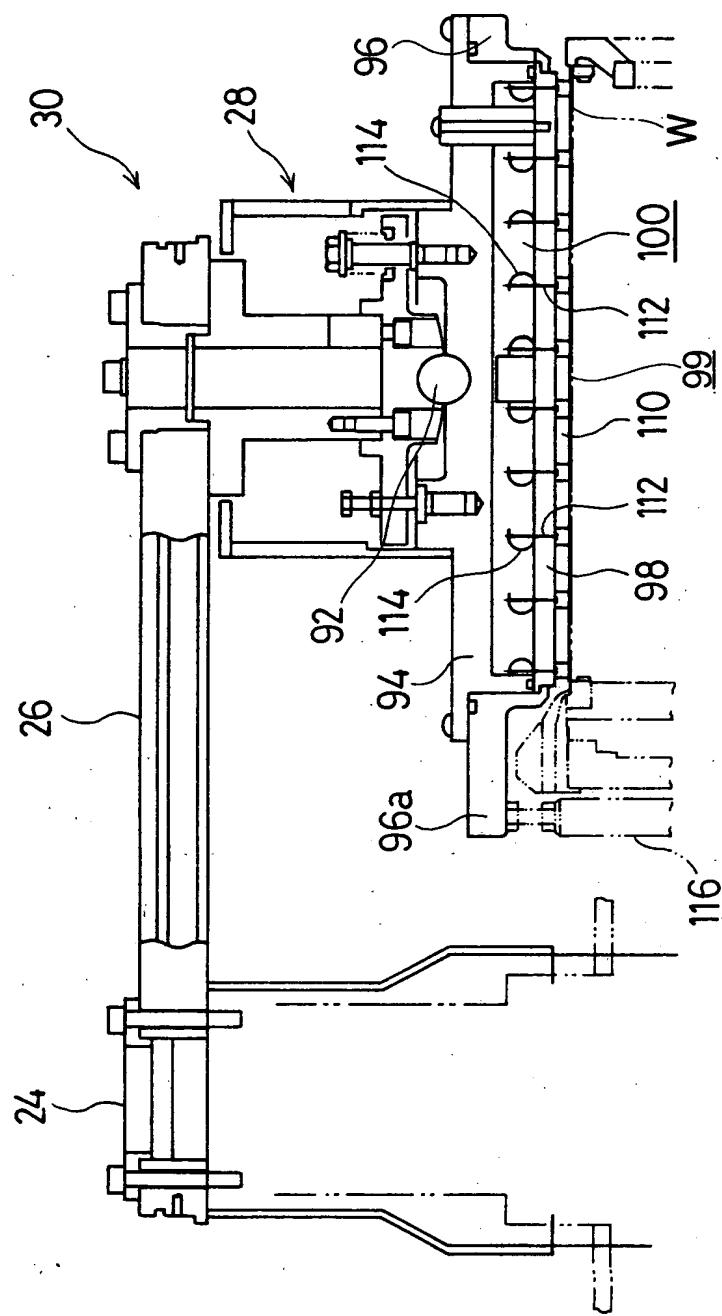
【図15】



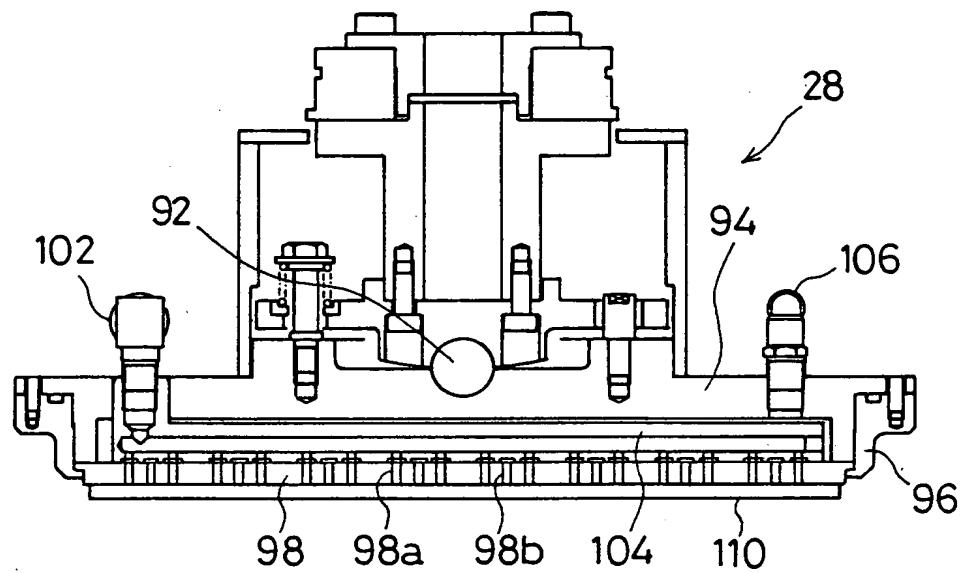
【図16】



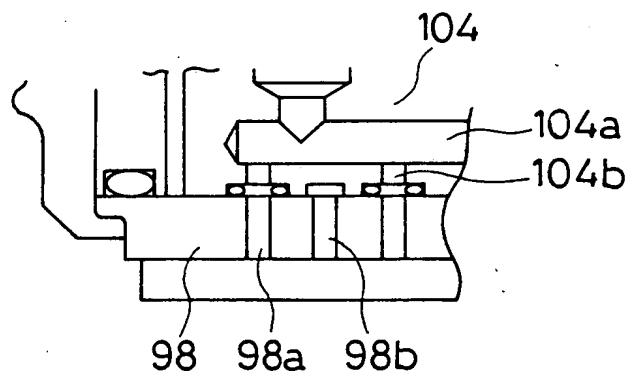
【図17】



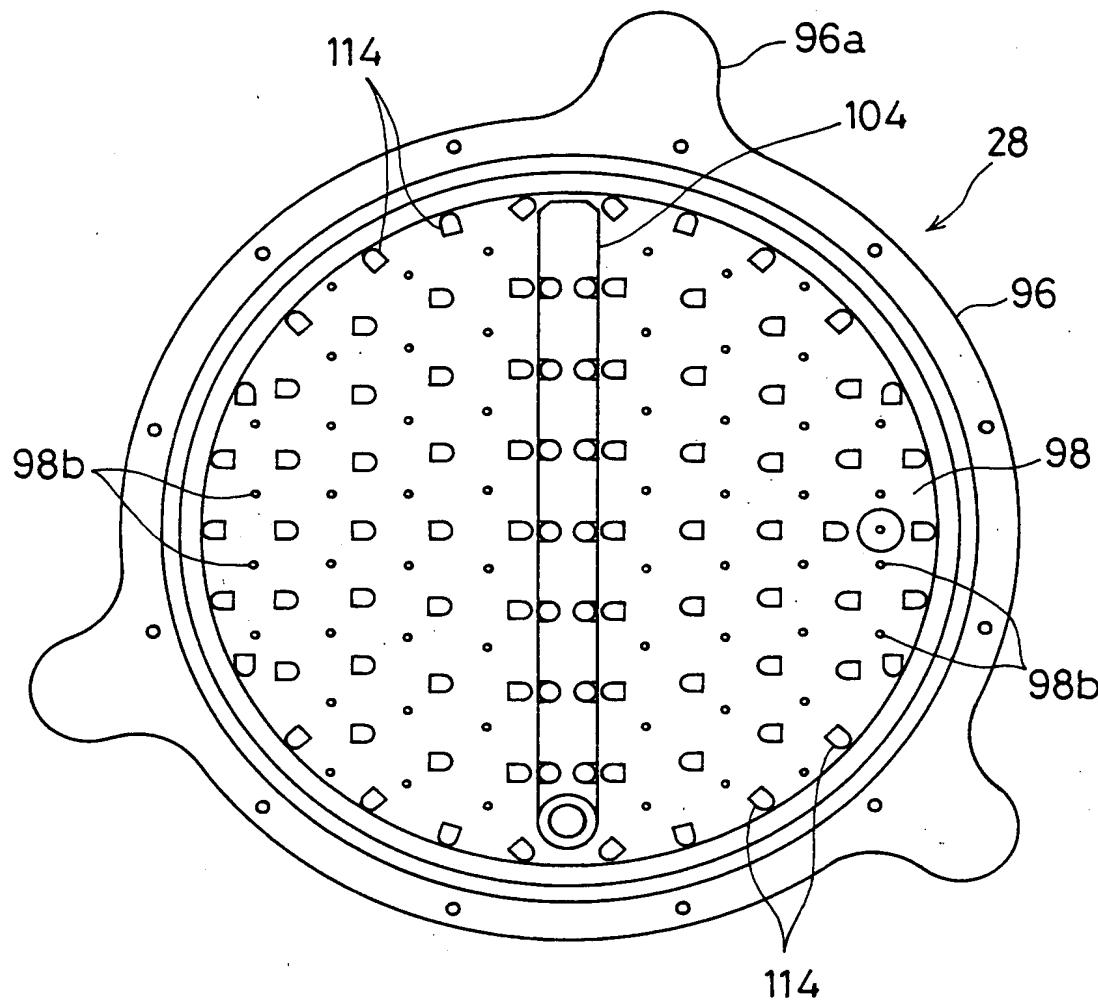
【図18】



【図19】



【図20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 均一電着性及びレベルリング性が高いめっき液を使用して微細配線パターン内への銅の埋込みを達成でき、しかも配線部と非配線部でめっき膜厚がほぼ等しくなって、CMPが容易な基板のめっき方法及びめっき装置を提供する。

【解決手段】 基板Wと該基板Wに対して略平行に近接配置されたアノード98で構成されるめっき空間99に金属イオンおよび添加剤を含有するめっき液を満たし、めっき処理中の該めっき空間99内のめっき液添加剤濃度を変化させる。

【選択図】 図17

出願人履歴情報

識別番号 [000000239]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号

氏 名 株式会社荏原製作所

出願人履歴情報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号

氏 名 株式会社東芝